

PROYECTOS DE DESARROLLO RURAL EN ZONAS MARGINADAS DE MEXICO USANDO INGENIERIA CONCURRENTE.

Almaguer, C. G.
Montejano, G.
VázquezFeijoo, H.
Nieto Barrera, J.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Querétaro

Joaquim Lloveras.

Universidad Politécnica de Catalunya.

Resumen

La Ingeniería concurrente (CE) ha atraído más atención en los últimos años debido a que su aplicación reduce el tiempo de diseño de productos desde su concepción hasta su manufactura masiva, mejorando la calidad y el desempeño de los equipos de trabajo en la organización rompiendo las barreras de la ingeniería secuencial. El presente documento muestra una metodología para la realización de proyectos rurales con nuevos productos agroindustriales o su innovación en zonas marginadas de México. Actualmente en la industria la reducción del tiempo de investigación y desarrollo es una de las más importantes metas de los ingenieros para colocar el producto en el mercado incrementando las utilidades. El análisis del ciclo de vida del producto está enfocado a reducir tiempo crítico en R&D y producción masiva, el uso de técnicas de CE y metodologías como Program Management, Control Estadístico de Procesos y Diseño de Experimentos soportados con técnicas de fase creativa son una herramienta poderosa para reducir el tiempo durante el tiempo de vida del proyecto. Cambiando el enfoque de CE así como innovando técnicas de enseñanza aplicadas a resolver problemas reales, mostramos las técnicas de aprendizaje servicio y una metodología para el diseño de nuevos productos basado en la CE como eje importante.

Palabras Clave: Ingeniería Concurrente, Diseño de Experimentos, Proyectos de Desarrollo Social, Fase Creativa, Administración de Proyectos

Abstract

Concurrent Engineering (CE) has attracted more attention in the last years regarding its reducing the product design time and reducing the lead time since the product conception until mass manufacturing, improving quality and team work in the organization, breaking the barriers of traditional sequential. The present paper shows a methodology for rural projects based in new and innovative product design for agro industries in marginal areas of Mexico. Currently in the industry, reduction of the research and development time is one of the most important goals for

<http://sites.riipro.org/ciip/home> - secretariaciip@riipro.org

engineers, in order to place the product in the market increasing the profit for the organizations. Analyzing the Product Cycle Life (PCL), focuses in R&D and the start of mass production, the use of CE techniques and methodologies as well as Program Manager, Statistics Process Control Design of Experiments supported with Creativity Phase techniques is a powerful tool to reduce time in the initial phase of PLC. Changing the CE focus from several years ago to looking for new teaching models where the science is applied to real world problems, and, this paper reflects the techniques for learning service in a methodology for new product design or its innovation using CE as the core.

Keywords: Concurrent Engineering Design of Experiments, Social Projects, Phase Creative, Project Management.

1. Introducción.

A través de la ley de Desarrollo Social aprobada por el congreso en México en el 2010, se han diseñado políticas para abatir la pobreza en el país siguiendo dos claramente distinguibles: la asistencialista que proporciona recursos económicos y despensas a las personas en situación de pobreza y el fomento de proyectos productivos a través de proyectos de desarrollo social. El interés como academia es coadyuvar a los esfuerzos de los tres ordenes de gobierno, federal, estatal y municipal para erradicar del país la pobreza extrema en las regiones en que se ha detectado esta situación, por lo que este documento se enfoca a diseñar una metodología sencilla y de fácil comprensión para que los proyectos se materialicen en unidades productivas abatiendo de raíz la pobreza, dejando de depender de las políticas asistencialistas. Es importante señalar, que a partir de la promulgación de la ley de desarrollo social, la medición de la pobreza ahora es multivariable, por lo cuál si alguno de los siguientes criterios se cumple, se puede determinar el grado de pobreza de una región y población:

- Ingreso
- Acceso a la educación básica
- Acceso a la seguridad social
- Vivienda digna
- Servicios básicos (agua, electrificación)
- Acceso a la alimentación

Mediante proyectos productivos se puede incrementar las variables de ingreso, acceso a la alimentación y la vivienda digna al corto plazo, y al mediano y largo los demás indicadores pero de manera permanente.

Las reglas de operación para la obtención de recursos económicos destinados a la creación de proyectos productivos pueden llegar a ser complejas para personas sencillas y con niveles

<http://sites.riipro.org/ciip/home> - secretariaciip@riipro.org

educativos bajos, complicándose con los desplazamientos que deben hacer a las ciudades en donde la Secretaría de Desarrollo Social tienen sus centros de operaciones (SEDESOL) y la dependencia con profesionistas independientes del área de proyectos a quienes diseñan, tramitan y gestionan los recursos económicos para los comuneros. Por lo que los esfuerzos se enfocan a capacitar a los comuneros, profesionales y estudiantes involucrados en la elaboración de proyectos de desarrollo social en métodos de trabajo eficaces y eficientes.

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey desde hace más de 50 años tiene como misión formar profesionistas que sean líderes y agentes de cambio en sus comunidades, a través de la plataforma que ofrece la técnica didáctica aprendizaje servicio se fomenta y coadyuva a la aplicación de las políticas de desarrollo social en el país, con el planteamiento de situaciones problemáticas a los alumnos en determinadas zonas cercanas a su campus de estudio que son solucionadas con la aplicación de las técnicas aprendidas en clase.

Se han tenido experiencias exitosas con grupos interdisciplinarios de académicos enfocados a desarrollar métodos y procesos de trabajo que nos permitan aplicar la técnica didáctica de aprendizaje servicio en las cátedras de Análisis y Diseño de Experimentos, Ingeniería Concurrente, Taller de Diseño de Plantas y así como Proyectos de Ingeniería dentro de las áreas de Ingeniería Industrial, Alimentos, Agroindustrial, Mecánica y Mecatrónica y el resultado de nuestros trabajos es la presente metodología que a través de CE como gran eje de las diferentes disciplinas, técnicas y metodologías genera un proceso entre las reglas de operación de SEDESOL, las necesidades de las comunidades y los profesionales de proyectos para diseñar, elaborar, gestionar y aplicar recursos de fondos gubernamentales en proyectos agroindustriales que generen economía propia en comunidades vulnerables.

Se ha analizado las causas por las cuales diferentes iniciativas han fracasado así como estudios realizados por investigadores, periodistas, académicos, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Social, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y SEDESOL para elaborar proyectos productivos exitosos que no sean devorados por las grandes empresas agroindustriales del país, por lo que el enfoque es al desarrollo de nuevos productos, su innovación o formar para de la cadena productiva de un producto ya existente.

2. Metodología.

A través del análisis de los diferentes proyectos que se han realizado en la cátedra de Diseño de Plantas Industriales hemos observado la necesidad de aplicar metodologías que permitan a los estudiantes optimizar sus esfuerzos y puedan terminar en el tiempo establecido sus proyectos los cuales consisten en diseñar un nuevo producto o innovar uno existente, generar prototipos en los laboratorios de alimentos aplicando todas las pruebas de sanidad y calidad, así como elaborar estudios de mercado y financieros para determinar factibilidad técnica y económica. Estos proyectos deben realizarse por completo en un año, por lo que la academia de profesores se ha visto obligada a asesorar los estudiantes en el uso de técnicas de administración de proyectos e

ingeniería concurrente para cumplir todas las actividades en tiempo y forma apoyándose en cátedras como el Análisis y Diseño de Experimentos, Ingeniería Concurrente y de Proyectos para el uso eficiente del tiempo. Esta metodología ahora se ha formalizado y se ha adecuado a las necesidades de SEDESOL para que los comuneros presenten proyectos productivos agroindustriales cumpliendo todas las reglas de operación para que se les otorgue recursos económicos y a su vez, los proyectos se materialicen en unidades económicas de alto rendimiento que les permita vivir con dignidad.

Antes de detallar la metodología es importante definir el marco teórico o, suprasistema que la regirá y este está basado en la Ingeniería concurrente, en la cuál planteamos el uso técnicas y disciplinas que generen un pensamiento simultáneo y de esta manera hacer más eficaz el proceso que detallamos, se sugieren tres sistemas padres o sistemas reguladores del proyecto, el primero es un modelo sistémico que logre la interrelación de todos los subsistemas que estarán compartiendo flujos de información, el mapeo de este modelo sistémico dará como resultado un modelo de interacción que permitirá definir los entregables con las características de calidad y en los tiempos establecidos, así como quienes serán los subsistemas o áreas que requieren dicha información para poder realizar sus actividades. El enfoque del segundo subsistema es la gestión del proyecto en el cuál se hace eficaz las actividades de quienes trabajan en proyecto al hacerlo bajo un enfoque de ingeniería concurrente de tal manera que puedan realizar actividades simultáneas teniendo en todo momento visibilidad de las actividades críticas y dependencias que requieren sus compañeros, así como las fechas de cumplimiento de cada una de estas para lograr la terminación del proyecto en el tiempo estipulado.

El tercer subsistema es el ecodiseño, la normatividad aplicable y las reglas de operación de SEDESOL, este será una guía que le dará certezaregulatoria al diseño del producto y su proceso de fabricación, cumpliendo en todo momento las guías, normas y buenas prácticas que se han estipulado para que los productos sean amigables al medio ambiente y cumplan todas las características para los cuáles fueron diseñados.

En la figura 1 podemos observar el marco teórico que es rectángulo azul que enmarca los pasos de la metodología, la ingeniería concurrente nos lleva a plantear un modelo sistémico en el cuál interactúan diferentes metodologías, técnicas, filosofías y ciencias que nos dan el conocimiento para estructurar el proyecto, regulados por una normatividad ya sea por el producto (sanitarias, normas oficiales, etc) y/o por el ecodiseño con la finalidad de que tanto el producto como el proceso cumplan estándares nacionales e internacionales y sean amigables con el medio ambiente.

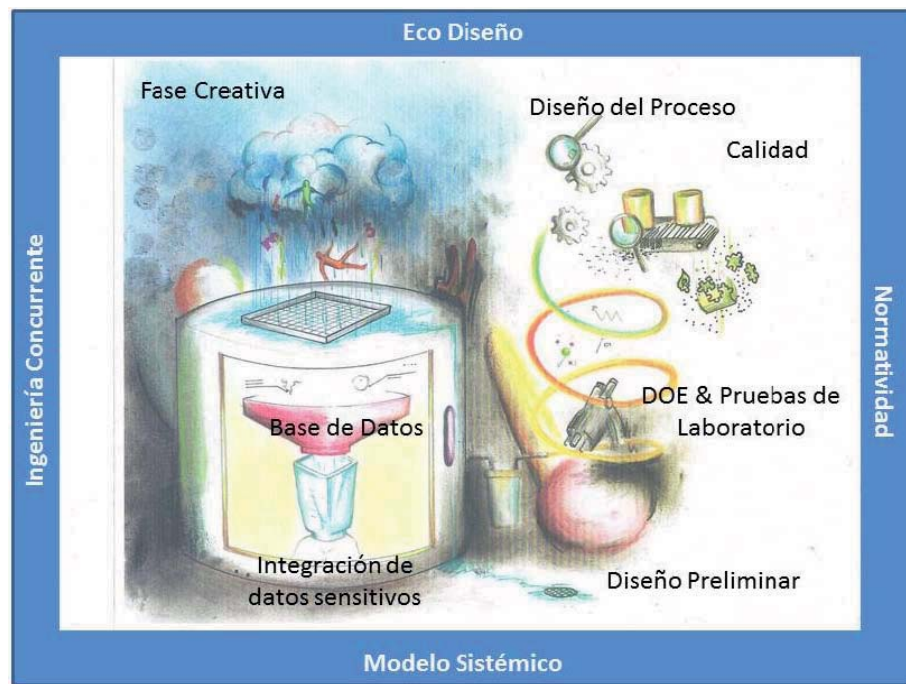


Figura 1. Metodología para elaboración de proyectos de desarrollo social.

Definido el marco teórico, el primer paso de la metodología consiste en formar los equipos de trabajo interdisciplinarios, por lo que es importante visitar la comunidad en donde se pretende realizar el proyecto productivo, entender su situación socio económica, su cultura e idiosincrasia, el rol que juegan los sistemas políticos de la comunidad para identificar amenazas y oportunidades que serán críticas durante el desarrollo del proyecto. Uno de los factores por los cuáles los proyectos productivos fracasan en las comunidades es porque son impuestos y no nacen de las necesidades de la región.

Con los equipos de trabajo formado, elaborado el diagnostico de la comunidad, y definidos los términos, procesos y reglas de operación del proyecto, el segundo paso es la definición del problema, este paso es quizás el más importante dentro del desarrollo social, ya que tratamos de dar soluciones a los síntomas y generamos un proceso de iteración que no tiene fin, obviamos o tomamos como ciertas las premisas de la situación problemática y el resultado es palpable en nuestro país con el uso y aplicación de iniciativas que son buenas noticias en los medios, pero se convierten en elefantes blancos inoperantes y rechazados por la población.

En esta etapa del proyecto se torna crítica la creatividad para el diseño de productos o su innovación, se define como criticodestinar tiempo a la creación de un taller de fase creativa tanto con proyectistas, estudiantes, asesores y comuneros para tener éxito en la generación de soluciones al problema; el taller se estructura en dos fases con el objetivo de generar ideas innovadoras, viables y factibles que impliquen retos tecnológicos y a su vez generen riqueza; en la primera etapa su alcance es capacitar en el uso del brainstorming, mindmaps, ingeniería del pensamiento y algunas de las siete herramientas del control estadístico de procesos, buscado

<http://sites.riipro.org/ciip/home> - secretariaciip@riipro.org

privilegiar el pensamiento creativo para la solución de los problemas planteados y evitar a que forcé soluciones ya realizadas en proyectos totalmente diferentes al que están analizando.

La segunda fase del taller esta orientada a reforzar técnicas y conocimientos obtenidos en cursos anteriores dentro de la formación académica de estudiantes y proyectistas, así como la transferencia de conocimientos y experiencias reales por partes de sus profesores y tutores en el cual les recordamos el uso de las técnicas así como herramientas informáticas Minitab, Excel, Project, y la filosofía del ecodiseño.

Analizada la situación problemática, definido el problema y capacitados en fase creativa, el siguiente paso de la metodología es el diseño del producto y/o su innovación, basándonos de Pugh (1), Chekcland(2) y Lloveras (3) de fase creativa, analizamos cuáles son las características físicas (suelo, altura, clima, hidrografía) de la región en la cuál se desea implementar el proyecto productivo así como los productos agrícolas con alto potencial (4), lo cruzamos en una base de datos que contiene información crítica de los 100 productos agrícolas de mayor productividad en zonas marginas del país, almacenando sus propiedades críticas(5), los productos comerciales o subproductos que requiere la industria (6), si estos son nuestra materia prima, cruzamos la información y obtenemos como resultado propuestas de diseño de productos los cuáles son refinados en sesiones de factibilidad mediante el uso de la fase creativa, diseño de experimentos y pruebas de laboratorio hasta tener un diseño preliminar lo suficientemente robusto generado por todo el equipo.

La siguiente etapa será ejecutada por los estudiantes y/o proyectista y se enfocará a realizar los prototipos y las pruebas de vida en el laboratorio hasta encontrar la materia prima idónea, los procesos de manufactura adecuados así como los parámetros de operación óptimos que cumplan con el marco teórico planteado anteriormente. Esta es la etapa más tardada del proyecto en el que la Ingeniería Concurrente toma vital importancia y se apoya en el Diseño de Experimentos (7) para acortar los tiempos de investigación y desarrollo a través de la modelación matemática; en esta etapa de proyecto comienza a tomar la forma de un diseño funcional, con un primer nivel de especificaciones técnicas tanto del producto como del proceso, siguiendo el enfoque de CE.

La tercera etapa será las pruebas piloto tanto al producto como el proceso, en este punto el producto es funcional completamente pero se requieren realizar pruebas de piloto para ajustar especificaciones finales que nos permitan ofrecer la mayor calidad con el mejor precio y, definir el proceso de manufactura que cumpla con dichas especificaciones, la simulación matemática y uso de software especializado nos dará como resultado el diseño de líneas de producción altamente eficaces y eficientes (8).

En la figura 2 se observa la importancia que tiene estructurar un proyecto sistémico (2,1), con un enfoque de CE para implementar proyectos en el menor tiempo, la figura muestra la comparación de hacer proyectos de la manera tradicional y el hacerlos a través de la metodología que se presenta, estimamos una reducción de 35% del tiempo dedicado a la investigación y desarrollo,

en otras palabras reducimos al 15% el tiempo dedicado al diseño de productos antes de comenzar su etapa de fabricación.

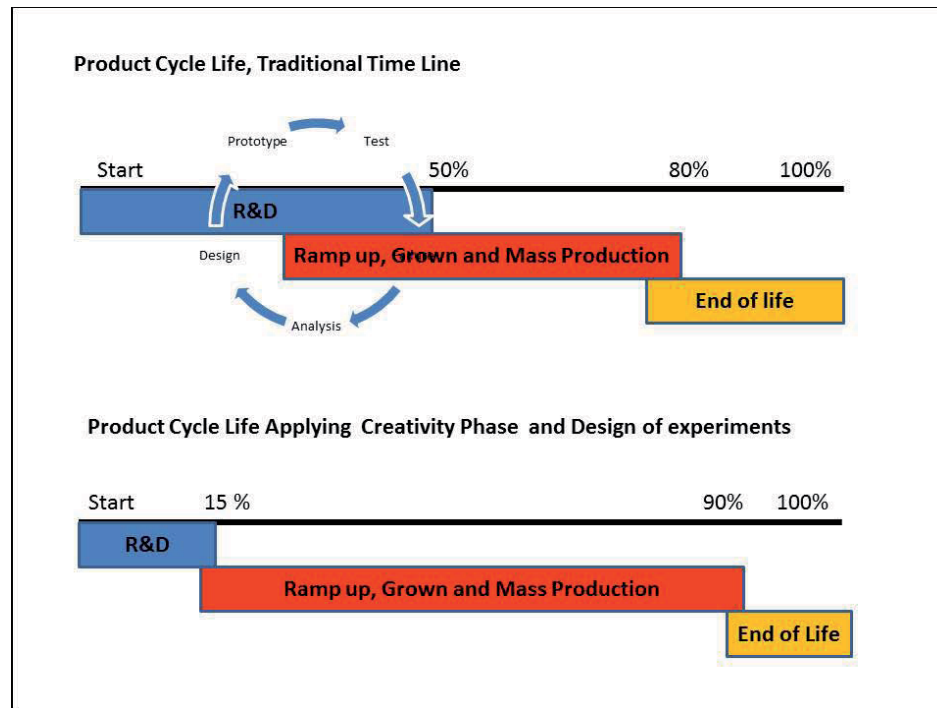


Figura 2. Manufactura tradicional vs manufactura basada en CE

Hay que destacar el enfoque de ecodiseño que se ha mantenido como parte del marco regulador del proyecto en todas las etapas, este mismo enfoque nos obliga a aprovechar energías renovables para reducir costos de operación, así como beneficios colaterales para la comunidad como son diseños de cosechadoras de agua, plantas de luz basadas en energía solar y eólica, biocombustibles y lo más importante el aprovechamiento de maquinaria y equipo que se ha reconvertido para ser usado con energías alternativas.

La siguiente etapa de proyecto se enfoca a diseñar la planta de manufactura, cuyo diseño se ha ido realizando desde la generación de la idea del producto, y esto ha sido posible bajo en el enfoque de CE que propiciado que al momento de diseñar el producto se piense de manera prospectiva y simultáneamente se elaboré el proceso de manufactura y, durante la corridas pilotos se diseñe la maquinaria, equipo y herramental requeridos, para que todo converja en tiempo y se pueda comenzar la etapa final del proyecto, que es la puesta en marcha de la manufactura masiva del producto.

Nuevamente, en esta etapa final el enfoque de CE (9) nos permite reducir dramáticamente el tiempo de la rampa de producción, pues nuestra metodología contempla un sistema de información que vincula en todo momento las entidades de investigación y desarrollo con la ingeniería de proceso, de tal manera al mismo tiempo que se realizan las pruebas pilotos se va volviendo más robusto el diseño al implementar un proceso de mejora continua para que al

<http://sites.riipro.org/ciip/home> - secretariaciip@riipro.org

caracterizar las líneas de manufactura los operadores comiencen a trabajar sobre el producto siendo el periodo de aprendizaje lo más reducido posible, bajo este enfoque se evita el tradicional surgimiento de fallas de diseño que impiden que el producto alcance rápidamente las metas de productividad establecidas de antemano.

3. Conclusiones.

Un proyecto siempre tendrá un grado de incertidumbre en lo que concierne a su éxito, y esto solo puede ser medido cuando se vuelva tangible y se evalúe el grado de satisfacción de las expectativas, como por ejemplo la rentabilidad y tiempo de vida, las cuales serán disipadas hasta que este en operación y pueda sortear las vicisitudes del día a día, algunas previamente planeadas y otras inesperadas que surgirán en su momento. Pero la aplicación de la ciencia permite llevar ese grado de incertidumbre a su mínima expresión siempre y cuando se haga un análisis global del proyecto y no se quede solo en un estudio técnico, en dónde se puedan estudiar variables internas y externas así como el contexto, la idiosincrasia y todas aquellas características especiales que hacen a los proyectos de desarrollo social todo un reto de ingeniería.

Los gobiernos latinoamericanos tienen una estela de prejuicios referente a la burocracia y documentación excesiva que se requiere para otorgar recursos económicos a proyectos de desarrollo, pero también tenemos que entender que muchos de estos requisitos son necesarios para blindar estos apoyos de las manos de grandes empresas agroindustriales, clientelismo electoral, líderes y políticos locales que hacen un uso no ético de los recursos destinados para abatir la pobreza. Una de las maneras más eficaces de eliminar la pobreza en México es a través de proyectos productivos y eliminar las practicas asistencialistas, la metodología que hemos propuesto se enfoca a aplicar el principio de la ingeniería concurrente para ser eficiente durante el proceso de tramitación de apoyos económicos para proyectos de desarrollo en zonas marginadas que generen una economía local y poco a poco se vuelva una economía de zona robusta.

El crear un marco teórico en donde se conozcan a fondo las reglas de operación de quienes otorgan los recursos económicos, así como las características que deben de contener los proyectos permiten que el pensamiento concurrente, como un excelente director de orquesta, coordine los esfuerzos a lograr la estructuración de dichos proyectos en tiempos muy cortos cumpliendo absolutamente no solo los requisitos de SEDESOL o cualquier otra entidad de financiamiento, sino también haga una análisis en prospectiva hacia la factibilidad de los mercados, del tiempo y ciclo de vida del producto con una visión de ecodiseño que permita operar la unidad de producción mediante fuentes alternativas de energía manteniendo la rentabilidad.

Desde el punto de vista académico la formación de los estudiantes que colaboran con estos proyectos es integral al combinar el aprendizaje técnico con habilidades personales que les darán crecimiento profesional como son, el trabajo en equipo, pensamiento concurrente y sistémico,

solución de problemas, liderazgo, consciencia social, actitud adecuada en momentos de incertidumbre, disciplina y autoconfianza.

También es importante recalcar que la metodología se enfoca a vencer prejuicios sobre que la gente con escasa preparación académica es capaz de estructurar un proyecto de ingeniería, creando estructuras mentales simples y con la ayuda de los asesores y estudiantes de las diferentes ingenierías participantes se puede hacer una excelente capacitación para que las personas no sean totalmente dependientes y se genere esa libertad de pensamiento y consciencia que la gente pobre merece.

A través del uso de esta metodología, somos capaces de generar proyectos en menos de cuatro meses, probando prototipos en laboratorio, desarrollando proveedores y caracterizando líneas de producción a través de la ingeniería concurrente apoyada por la gestión de proyectos y las modelaciones estadísticas en el diseño experimental, viendo todo como un sistema y en perspectiva.

Tenemos varias historias de éxito en la elaboración de proyectos sociales, pero quizás las mas remarcable es el esfuerzo realizado en un invernadero propiedad de una casa hogar, en el cuál diseñamos productos alimentarios basados en el proceso de deshidratación del tomate, organizados en equipos multidisciplinarios y aplicando la metodología para lograr el diseño y pruebas piloto en cinco semanas, actualmente estamos trabajando en el diseño de una planta agroindustrial que aproveche las donaciones en los bancos de alimentos para elaborar productos alimentarios nutritivos dirigidos a la población en pobreza alimentaria, se tiene programado terminar el diseño de productos y la planta agroindustrial en Diciembre del 2012, y para Agosto del 2013 se espera tenerla ya en operación en alguno de los bancos de alimentos de México.

El índice de aceptación de proyectos de desarrollo social a partir de esta metodología por parte de SEDESOL se ha incrementado del 32% en 2008 al 89% en 2011 y esperamos que este 2012 se supere el 93%, pero lo más importante quizás no sea el índice de aceptación del proyecto, sino que lo más relevante es cuántas comunidades ha impactado y en que medida se ha abatido los indicadores de pobreza y estamos seguros que al final del 2012 y 2013 veremos resultados muy positivos a nuestros esfuerzos como academia.

Referencias.

- (1) Stuart. Total Design, 1994, Integrated Methods for Successful Product Engineering, 1-135.
- (2) Checkland, P., 1993, Systems Thinking, System Practice, 157-211
- (3) Lloveras, J., 2007, Creatividad en el diseño conceptual de ingeniería del producto, Creatividad y Sociedad, No. 10: Creatividad y Ciencia, Marzo 2007 pp. 133-145
- (4) Reij C. & Waters-Bayers A., 2001 La innovación de los agricultores como punto de acceso a la investigación y extensión participativa. http://www.idrc.ca/es/ev-85063-201-1-DO_TOPIC.html May 2008.
<http://sites.riipro.org/ciip/home> - secretariaciip@riipro.org

- (5) Reij, C. y A. Waters-Bayer E., 2001, Farmer Innovation in Africa: A Source of Inspiration for Agricultural Development.
- (6) R.A. Sanz, Estadística y Agricultura. Unidad de Estadística. ETSI Agrónomos de Madrid, Ciudad Universitaria.
- (7) Bown, A.L. 1992, Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. The Journal of the Learning Sciences, Vol 2, No. 2 pp. 141-178
- (8) Hayter, R. 1997 The, Dynamics of Industrial Location
- (9) Malecki, E.J, 199, The product cycle and economic development, 63-71.

Contacto.

Carlos Alberto González Almaguer
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro
Departamento de Ingeniería Industria y de Sistemas
Edificio3, Piso 4
Jesus Oviedo No. 500
Fraccionamiento San Pablo
Santiago de Querétaro, México.
Tel. (52) 4421229669
email: cgonzalz@itesm.mx